

С точки зрения потребителя, теплонакопители не только значительно повышают качество и надежность теплоснабжения, но и дают возможность регулирования температуры, а, следовательно, и расхода электроэнергии потребителем и сокращают разорительное расходование тепловой энергии.

Для энергосистемы Свердловской области электроотопление с аккумулярованием энергии поможет решить проблему неравномерности потребления электрической энергии. Широкое внедрение теплонакопителей позволит не только загрузить электросети в ночное время, но и освободить мощности в дневные часы для развития промышленности. Кроме того, уменьшение перепадов мощности всегда благоприятно сказывается на оборудовании, способствует увеличению его срока службы.

Библиографический список

1. Системный оператор единой энергетической системы. Филиал ОАО «СО ЕЭС» ОДУ УРАЛА [Электронный ресурс]: Новости ОДУ УРАЛА // URL: [http://www.socdu.ru/index.php?id=odu_ural_news_view&no_cache=1&tx_ttnews\[tt_news\]=5048](http://www.socdu.ru/index.php?id=odu_ural_news_view&no_cache=1&tx_ttnews[tt_news]=5048) (15.11.2013)
2. Горбачев В., Филаретов В. Анализ эффективности использования различных видов отопления в городском хозяйстве [Электронный ресурс]: Электрон. статья URL: http://electroterm.ru/content/articles/1_8.php
3. ТСН 23-301-2004 Свердловской области. Энергетическая эффективность жилых и общественных зданий. Нормы по энергопотреблению и теплозащите.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЦИКЛОННЫХ ТОПОК ДЛЯ СЖИГАНИЯ ПОЛУКОКСА ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Мракин А.Н.

*Саратовский государственный технический университет,
anton1987.87@mail.ru*

Сжигание полукокса, образующегося при термохимической переработке горючих сланцев, возможно в топках кипящего слоя, аэрофонтанных топках и циклонных топках [1, 2]. Если для первых двух типов имеются соответствующие методики теплового конструкторского расчета, то для циклонных топок, использующих полукоксы горючих сланцев, ее необходимо разработать с учетом специфики топлива. Предполагается рассмотреть циклонную топку, входящую в установку, разработанную специалистами ООО «Перелюбская горная компания» (ПГК) [3]. При этом необходимо отметить тот факт, что для топлив с низкой реакционной способностью (антрацита, сланцевого полукокса и др. топлив с малым выходом летучих) перед смешением аэросмеси с вторичным воздухом должно быть обеспечено воспламенение всех частиц топлива; горение аэросмеси должно быть настолько развито, чтобы выделилось достаточное количество тепла и поддерживалась температура 1500-1600 °С, обеспечивающая дальнейшее развитие процесса горения при перемешивании горячей аэросмеси с вторичным воздухом. Это может быть достигнуто подачей топлива в горелку воздухом, нагретым до 400-450 °С (против 245-270 °С для высокорективных Ки-

зеловских углей [4]), количество которого достигает 20 % от теоретически необходимого для горения, поддержанием определенной толщины и длины струи аэросмеси в зоне воспламенения и длительности пребывания в ней частицы топлива до встречи с вторичным воздухом и уменьшением на этом участке процессов теплообмена между факелом и окружающей средой.

Конструктивно перечисленные условия реализуются с помощью следующих мероприятий: подача всего вторичного воздуха через сопла, расположенные ниже основной горелки; выбор соответствующего угла наклона лопаток завихрителя первичного воздуха; применение оптимальных значений сечений горелки и предтопка; создание воздушной рубашки на периферии предтопка в которую под действием центробежных сил и турбулентного массообмена поступают и догорают частицы топлива.

Для повышения устойчивости горения или при наладочной эксплуатации в сопловом аппарате может располагаться дополнительная горелка. В частности, горение полукоксов сланца характеризуется значительной пульсацией и срывами факела. Для стабилизации топочного процесса предлагается использовать газ полукоксования Перелюб-Благодатовского горючего сланца следующего состава, об. %: $\text{CO}_2=33,8$; $\text{H}_2\text{S}=12,0$; $\text{C}_n\text{H}_m=5,5$; $\text{CO}=5,0$; $\text{H}_2=20,8$; $\text{CH}_4=18,3$; $\text{N}_2=4,6$. Его ввод осуществляет после отделения конденсации, где из газа отбираются жидкие фракции – сланцевая смола, пирогинетическая вода, газовый бензин и пр.

При эксплуатации может возникнуть значительный износ футеровки за счет химического взаимодействия со шлаком и абразивного воздействия коксозольных частиц. На опытно-промышленной установке ООО «ПГК» наблюдалось спиральное ошлаковывание шамотной футеровки, но при этом химической эрозии не происходило длительный период. Учитывая опыт устойчивой работы вертикального предтопка на антрацитовом штыбе лишь при его подаче через аксиально расположенную лопаточную горелку, тангенциальные подвод топлива без подсветки внешним факелом только ухудшал работу предтопка [4], нами решено подавать основное топливо (полукокс) и подсветочное (газ полукоксования, горючий сланец) только аксиально.

В качестве примера проведем расчет при следующих исходных данных: $D/D_T=0,4$ – отношение среднего диаметра лопаточной горелки (полусумма внутреннего и внешнего диаметров) к диаметру топки; $\alpha=1,05$ – коэффициент избытка воздуха в топке; $\alpha_1=0,2$ – коэффициент подачи первичного воздуха; $w_1=20$ м/с – выходная скорость первичного воздуха из горелки; $w_2=65$ м/с – выходная скорость вторичного воздуха из сопла; $\beta=50^\circ$ – средний угол наклона лопаток горелки к горизонтальной плоскости; $T_{cm}=570$ К – температура аэросмеси; $T_2=670$ К – температура вторичного воздуха; $D_T=0,5$ м – диаметр циклонной топки; $Q_n^p=4,88$ МДж/кг – низшая теплота сгорания сланцевого полукоксования; $v_0=1,4318$ м³/кг – теоретическое необходимое количество воздуха (при 0 °С и 760 мм рт. ст.). Результаты расчета представлены в таблице.

Расчет циклонной топки

Показатель, ед. измерения	Расчетная формула	Значение
Удельная нагрузка сечения топки, МДж/(м ² ·ч)	Выбирается по радиусу топки 0,25 м по справочным данным [4]	$q_f = 21997,5$
Сечение топки, м ²	$F = \frac{\pi \cdot D_m^2}{4}$	$F = \frac{3,14 \cdot 0,5^2}{4} = 0,196$
Высота топки, м	$H = (3,5 \div 4) \cdot D_m$	$H = 3,5 \cdot 0,5 = 1,75$
Объем топки, м ³	$V = F \cdot H$	$V = 0,196 \cdot 1,75 = 0,343$
Расход топлива, кг/ч	$B = \frac{q_f}{Q_n^p} \cdot \left(\frac{D_m}{1,13} \right)^2$	$B = \frac{21997,5}{4,880} \cdot \left(\frac{0,5}{1,13} \right)^2 = 882,5 \text{ (245 г/с)}$
Суммарные тепловые потери топки, %	По справочным данным [4]	$q_{nom} = 11,5$
КПД топки, %	$\eta = 100 - q_{nom}$	$\eta = 100 - 11,5 = 88,5$
Тепловая мощность топки, МДж/ч	$Q = B \cdot Q_n^p \cdot \eta$	$Q = 882,5 \cdot 4,880 \cdot 0,885 = 3811,3$
Тепловое напряжение топки: объемное, МДж/(м ³ ·ч)	$q_v = \frac{Q}{V}$	$q_v = \frac{3811,3}{0,343} = 11111,7$
по сечению, Дж/(м ² ·ч)	$q_f = \frac{Q}{F}$	$q_f = \frac{3811,3}{0,196} = 19445,4$
Расход воздуха, м ³ /ч первичного	$W_1 = \alpha_1 \cdot B \cdot \nu_0 \cdot \frac{T_{cm}}{273}$	$W_1 = 0,2 \cdot 882,5 \cdot 1,4318 \cdot \frac{570}{273} = 527,6$
вторичного	$W_2 = (\alpha - \alpha_1) \cdot B \cdot \nu_0 \cdot \frac{T_2}{273}$	$W_2 = 0,85 \cdot 882,5 \cdot 1,4318 \cdot \frac{670}{273} = 2635,9$
Выходное сечение горелки, м ²	$F_n = \frac{W_1}{3600 \cdot w_1}$	$F_n = \frac{527,6}{3600 \cdot 20} = 0,0073$
Число лопаток, шт.	задается	$n = 8$
Толщина лопаток, мм	задается	$\delta = 4$
Средний диаметр горелки, м	$D_{cp} = 0,4 \cdot D$	$D_{cp} = 0,4 \cdot 0,5 = 0,2$
Диаметр горелки, м внешний	$D_2 = D_{cp} + \frac{F_n}{\pi \cdot D_{cp} \cdot \sin \beta - \delta \cdot n}$	$D_2 = 0,2 + \frac{0,0073}{3,14 \cdot 0,2 \cdot \sin 50 - 0,008 \cdot 4} = 0,216$
внутренний	$D_1 = D_{cp} - \frac{F_n}{\pi \cdot D_{cp} \cdot \sin \beta - \delta \cdot n}$	$D_1 = 0,2 - \frac{0,0073}{3,14 \cdot 0,2 \cdot \sin 50 - 0,008 \cdot 4} = 0,184$
Число сопел по окружности топки, шт.	задается	$n_c = 2$
Выходное сечение одного сопла, м ²	$F_c = \frac{W_2}{3600 \cdot w_2 \cdot n_c}$	$F_c = \frac{2635,9}{3600 \cdot 65 \cdot 2} = 0,0056$
Высота сопла, м	$h_c = 0,65 \cdot D_m$	$h_c = 0,65 \cdot 0,5 = 0,325$
Ширина сопла, м	$\delta_c = F_c / h_c$	$\delta_c = 0,0056 / 0,325 = 0,017$
Расстояние от устья горелки до сопла, м	$h_c = 0,4 \cdot D_m$	$h_c = 0,4 \cdot 0,5 = 0,2$

Заключение

1. Исходя из характерного состава органической и минеральной частей сернистых сланцев, предложена принципиальная схема процесса термической переработки, которая реализована в ООО «ПГК».

2. Проведена адаптация методик конструкторского расчета циклонных топочных устройств применительно к использованию сланцевого полукокса.

3. Работы в данном направлении необходимо продолжить для определения системной эффективности предлагаемой технологии для национальной экономики. В результате дальнейших НИОКР должны быть получены методические рекомендации для проведения инженерного проектирования и подбора основного и вспомогательного оборудования.

Библиографический список

1. Блохин А.И., Зарецкий М.И., Стельмах Г.П., Фрайман Г.Б. Энерготехнологическая переработка топлив твердым теплоносителем. М.: Светлый СТАН, 2005. 336 с.
2. Беляев А.А. Сжигание высокосольных топлив в топках с кипящим слоем промышленных котлов. М.: Изд-во МЭИ, 2004. 72 с.
3. Мракин А.Н. Семенов Б.А. Инновационная технология термохимической конверсии горючих сланцев // Участники школы молодых ученых и программы УМНИК: сб. трудов XXVI Междунар. науч. конф.: в 2-х ч. Ч. 1. Саратов: Сар. гос. техн. ун-т, 2013. С. 97-101.
4. Маршак Ю.Л. Топочные устройства с вертикальными циклонными предтопками. М.-Л.: Энергия, 1966. 320 с.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЙОГУРТА

Мурзина М. А., Иванцова М.Н., Селезнева И.С.

УрФУ, i.s.selezneva@ustu.ru

Пищевая промышленность является крупным потребителем тепловой и электрической энергии, воды. Предприятия пищевой промышленности потребляют около 12 % энергоресурсов всех промышленных предприятий, причем 70 % из них расходуется непосредственно на технологические процессы.

В Свердловской области создана комплексная система управления энергосбережением. Получили свое развитие структуры и центры, основная цель деятельности которых – реализация конкретных энергосберегающих мер во всех сферах экономической деятельности региона. Губернатор и Правительство Свердловской области проводят последовательную и принципиальную политику энергосбережения.

Верхнепышминский молокозавод является одним из основных поставщиков молока и молочных продуктов Свердловской области. С целью повышения качества выпускаемой продукции и снижения ее энергоемкости на заводе ведутся работы по развитию производства и усовершенствованию технологических процессов. В 2006 г. было проведено энергетическое обследование завода для определения эффективности энергоиспользования и выявления резервов энергосбережения. В результате проведенного обследования на заводе было установлено значительное превышение фактических расходов тепловой энергии, потребляемой в технологических схемах, над расчетными величинами.